

بنام خدا

درس آزمایشگاه کارگاه مونتاژ (بخش اول)

نحوه ارزیابی درس:

۲نمره	حضور مداوم و فعال در کلاس
۳نمره	تمرینها
۵نمره	پروژه
۱۰نمره	امتحان عملی پایان ترم

نرم افزارهای الکترونیک:

(۱) آنالیز کننده ها یا سیمولاتورها

- PSPICE
- Electronic Work Bench (Digital – Analog)
- CM (Circuit Maker)
- Orcad
- LabView
- Matlab
- LEONARDO
- Microcontroller Simulator
-

(۲) طراحی کننده ها

- VHDL (Verilog hardware description languages)
- Micro-controller Programming
- Protel (all series)
- MAX Plus II
- ...

در این درس به بررسی مفاهیم زیر پرداخته میشود:

- ❑ شماتیک چیست؟
- ❑ ورود به محیط PSpice Schematic
- ❑ نحوه گرفتن عناصر مدار
- ❑ اتصال قطعات مقدار دهی و بستن یک مدار نمونه
- ❑ ورودیها و منابع آنالوگ
- ❑ تحلیل

قسمت اول: شماتیک چیست؟

شماتیک یک رابط گرافیکی و همچنین ارتباط دهنده به سایر برنامه های PSpice و تنظیمات آن است.

شما می توانید عملیات زیر را، تنها در یک محیط و با استفاده از شماتیک انجام دهید:
 . طراحی و رسم مدار

. شبیه سازی مدارها با استفاده از PSpice

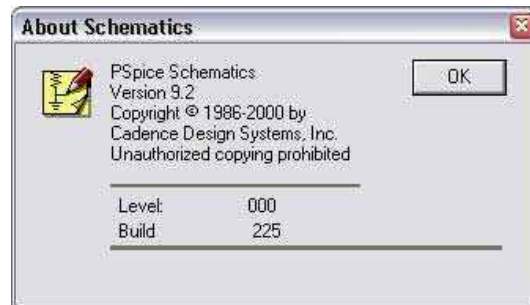
. تحلیل نتیجه شبیه سازی توسط (PSpice waveform viewer) Probe)

. مشخص کردن گرافیکی شبیه ساز تحریک توسط Stimulus Editor

. مشخص کردن گرافیکی شبیه ساز مدل توسط Model Editor

. ارتباط با PSpice Optimizer برای بهبود کارائی مدارات آنالوگ

× یکی از پیشنیازهای ساختن یک شماتیک، در دسترس بودن قطعات مورد نیاز در فرم سمبل است. شماتیک فایلهائی با پسوند LIB. دارد و مجموعه کاملی از ویرایشگرهای سمبل را داراست که به کمک آن می توانید سمبل مورد نیاز خود را ساخته و یا سمبل های موجود را تغییر دهید. تمامی آموزشهای PSpice در این جزوه بر اساس نسخه زیر است:

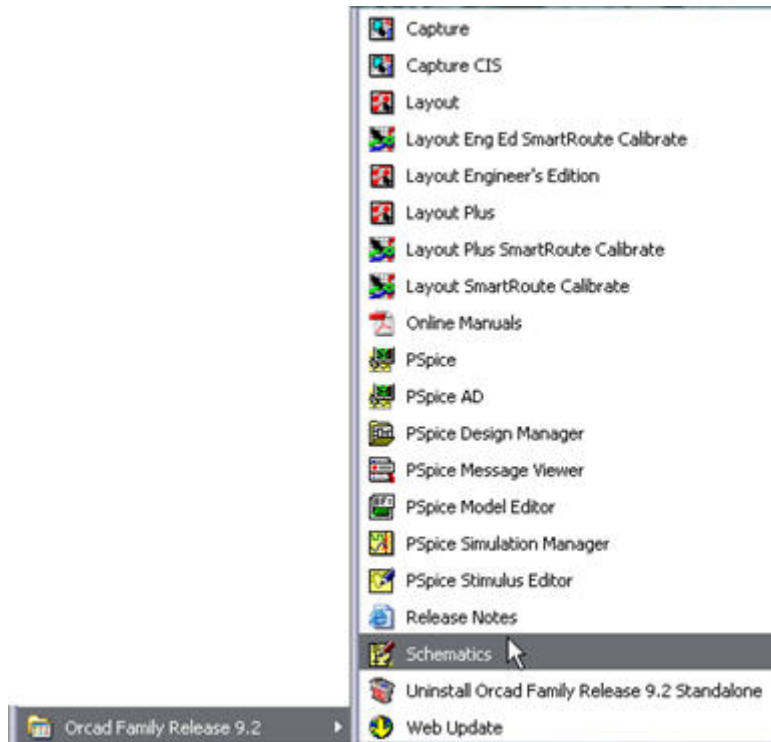


قسمت دوم: ورود به محیط Schematic PSpice

پس از نصب برنامه، با رفتن به زیر منوی

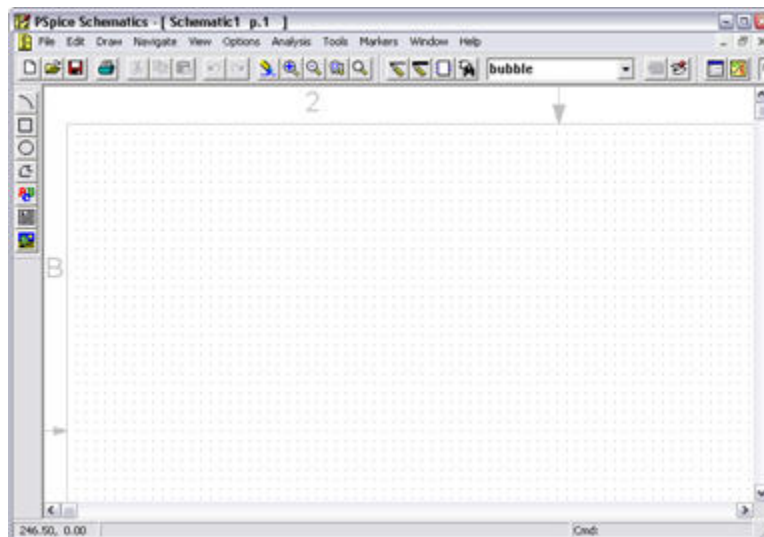
Orcad Family Release 9.2 <-- Programs <-- Start Menu

و انتخاب گزینه Schematics مانند شکل زیر وارد برنامه می شوید.



پس از انتخاب گزینه فوق، صفحه اصلی برنامه پیش روی شماست.

مانند شکل زیر:



شکل ۱-۲

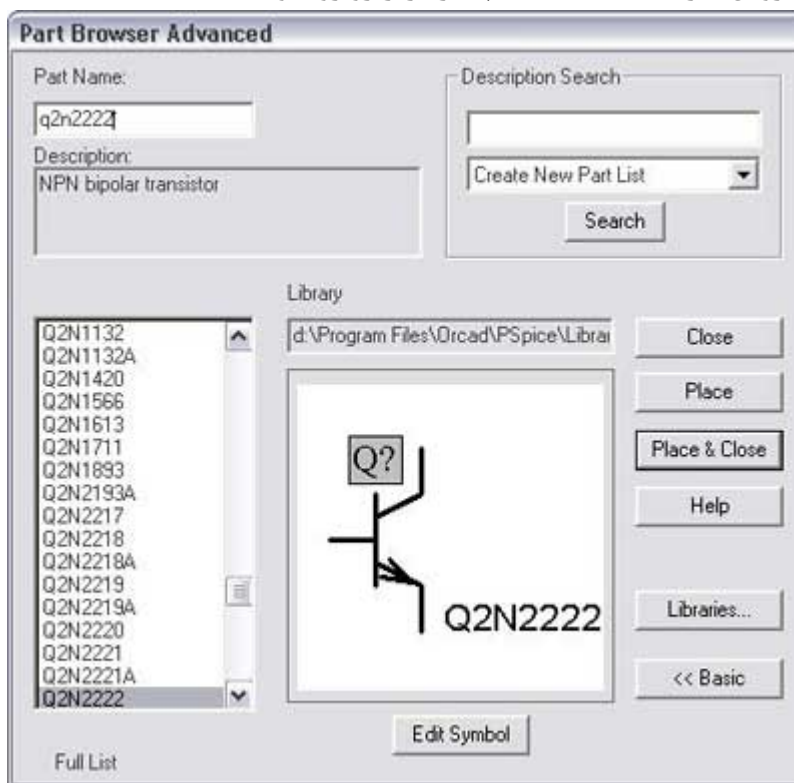
قسمت سوم: نحوه گرفتن عناصر مدار

حالا که به محیط وارد شدید، نوبت به گرفتن قطعات و عناصر الکتریکی از کتابخانه، اتصال آنها به یکدیگر و در نهایت آماده کردن مدار مورد نظر جهت تحلیل مورد نظر خواهد بود.
 برای گرفتن عناصر می توانید یکی از کارهای زیر را انجام دهید:
 ❖ گزینه New Part Get... از منوی Draw را انتخاب کنید.
 ❖ از کلید ترکیبی CTRL+G استفاده نمائید.



❖ زدن مستقیم کلیدی مانند دوربین در DrawingToolBar فوق.
 در صورتیکه این Toolbar را نمی بینید از منوی View<--Toolbars و سپس انتخاب Drawing اقدام نمائید.

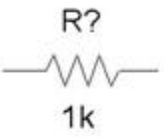
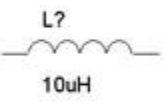
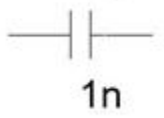
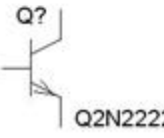
❖ وارد کردن نام عنصر مثل شکل فوق و زدن کلید Enter از صفحه کلید.
 به جز روش آخر (روش حرفه ای ها) شما با پنجره زیر روبرو خواهید شد:



شما باید نام قطعه را در کادر Part Name: وارد نمائید. به عنوان مثال در شکل q2n2222 وارد شده که یک "ترانزیستور" است.

اگر گزینه advanced را انتخاب کنیم شکل عنصر مداری هم در صفحه کنار آن آشکار می گردد-این گزینه در شکل بالا زده شده و به دکمه Basic تبدیل شده- و حالا با زدن close & place قطعه مورد

نظر را به صفحه شماتیک می بریم. در صورتی که قطعه های دیگری نیز می خواهید بر روی Place کلیک کنید تا این پنجره همچنان باز بماند. در زیر فهرست اسامی نام معروفترین عناصر مورد نیاز به همراه شکل درج شده است. (توجه کنید اینها دسته بسیار کوچکی از عناصر هستند!)

نماد در PSpice	عنصر	حرف تایپ شده در خانه شماره 2
	مقاومت الکتریکی	r
	سلف	l
	خازن	c
	ترانزیستور BJT (PNP یا NPN)	q

قسمت چهارم: اتصال قطعات، مقدار دهی و بستن یک مدار نمونه

حالا که با نحوه گرفتن عناصر آشنا شده اید و صفحه ای پر از عناصر مداری دارید باید آنها را به طور صحیح متصل و مقدار دهی نمائید.

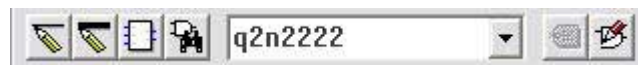
اتصال قطعات:

شما دو نوع اتصال خواهید داشت و هر کدام را از سه طریق می توانید انجام دهید:

۱- سیم (Wire): برای کاربردهای آنالوگ و اکثر کاربردهای دیجیتال از سیم استفاده می کنیم. برای رسم سیم با یکی از روشهای زیر اقدام نمائید:

❖ گزینه Wire از منوی Draw را انتخاب کنید.

❖ از کلید ترکیبی W+CTRL استفاده نمائید.



❖ زدن مستقیم کلیدی مانند مداد (با خط نازکتر) در DrawingToolBar فوق (اولین کلید از سمت چپ).

۲- باس (Bus): اکثرا برای کاربردهای دیجیتال و انتقال خطوط زیاد بین آی سی ها کاربرد دارد. برای رسم باس و نه اتصال آن به قطعات با یکی از روشهای زیر اقدام نمائید.

❖ گزینه Bus از منوی Draw را انتخاب کنید.

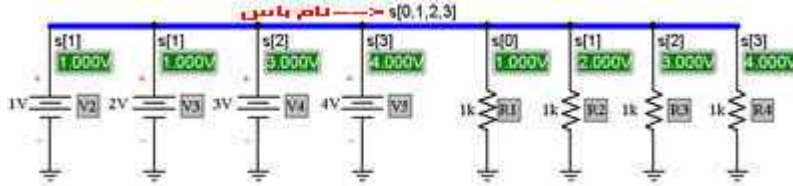
❖ از کلید ترکیبی B+CTRL استفاده نمائید.



❖ زدن مستقیم کلیدی مانند مداد (با خط ضخیم تر) در DrawingToolBar فوق (دومین کلید از سمت چپ).

<< حالا نشانگر موس شما مانند یک مداد شده و شما با یک کلیک راست ابتدا و با حرکت موس مسیر سیم و با کلیک راست بعدی انتهای سیم را مشخص کنید.

!! برای رسم باس نیز شما ابتدا باس خود را رسم و سپس توسط سیم آنها را به قطعات متصل می کنید و تنها چیزی که می ماند این است که باید باس برای اتصال مبدا به مقصد آدرس دهی (نام گذاری) شده باشد. نام گذاری سیمها و باسها نیز با دوبار کلیک بر روی آنها امکان پذیر است. برای رسم باس دیدن یک مثال ساده از هر توضیحی موثرتر است. به نام گذاری سیمها و باس و خصوصا استفاده از گروه [] در مثال زیر توجه کنید:



توجه داشته باشید هر گونه Error در زمینه اتصال اشتباه نظیر سیم رها یا باس نام گذاری نشده در اسپایس با پیغام زیر روبرو خواهید شد



مقدار دهی:

با دو بار کلیک روی هر قطعه پنجره مشخصات آن قطعه باز خواهد شد. به عنوان مثال و برای توضیح پنجره ها، پنجره مشخصات یک مقاومت را در زیر می بینید:



میبینید که پنجره مشخصات یک مقاومت دارای پارامترهای بسیاری است که می توانید برای سادگی کار(حالت ایده آل) دو گزینه Include System- و Non-changeable Attributes Include را غیر فعال سازید. با انجام این کار گزینه های ضروری برای تغییر باقی می ماند. حالا با دو بار کلیک روی هر خط می توانید مقدار آن را در کادر Value وارد کنید و سپس برای ثبت کلید Enter را بزنید. کلید Change Display را نیز برای نشان دادن یا ندادن هر مقدار برای

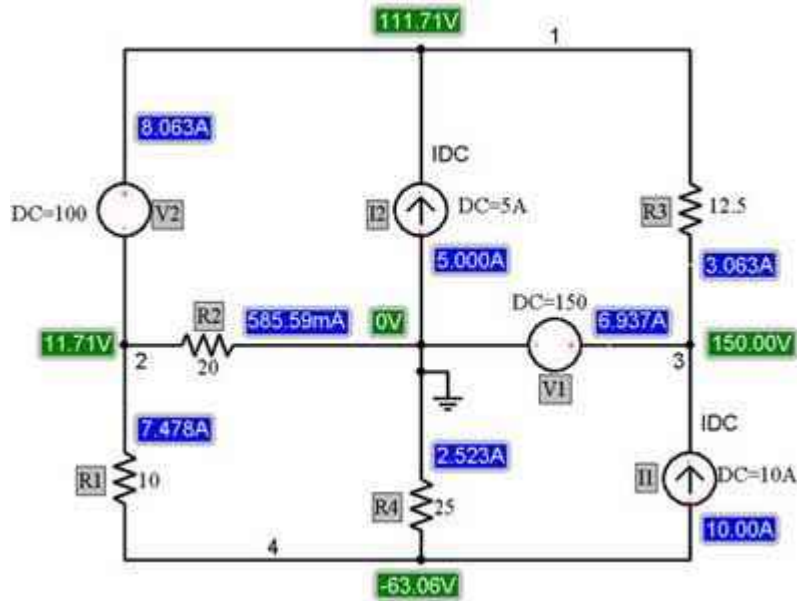
قطعه در کنار عنصر در شماتیک کاربرد دارد که آشنائی و کار با آن را به عهده شما می گذارم زیرا تاثیری در تحلیل مدار ندارد.

نکته: IC که هم در مشخصات سلف و هم خازن وجود دارد، مقدار اولیه جریان سلف یا ولتاژ خازن است (Condition Initial).

پس از اتمام دادن مشخصات عنصر با زدن OK از این پنجره خارج شوید.

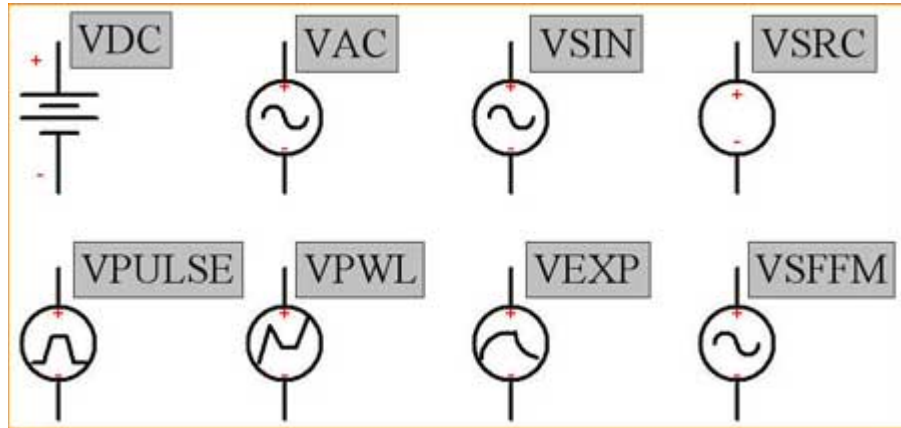
بستن یک مدار نمونه:

برای تمرین مدار زیر را ببندید و جواب خود را با آن مقایسه کنید.



قسمت پنجم: ورودیها و منابع آنالوگ

در اینجا با انواع ورودیهای آنالوگ و باطبع توضیح پارامترهای آنها را به همراهی شما خواهیم داشت:



منابع آنالوگ

:VDC

نام در کتابخانه: VDC

پارامترها:

DC: تنها پارامتر این منبع که اندازه ولتاژ ثابت را تعیین می کند.

:VAC

نام در کتابخانه: VAC

پارامترها:

DC: عیین سطح DC سیگنال

ACMAG: برای تعیین دامنه کسینوسی

ACPHASE: فاز سیگنال

نکته: برای تحلیل AC و داشتن محور افقی بر حسب فرکانس باید از این منبع استفاده کرد یا به عبارتی راحتتر است.

:VSIN

نام در کتابخانه: VSIN

پارامترها:

DC: برای استفاده از تحلیل DC مقدار y را وارد کنید.

AC: برای استفاده از تحلیل AC مقدار دامنه را وارد کنید.

VOFF: تعیین سطح DC که سیگنال بر روی آن سوار است.

VAMPL: بیشینه دامنه سینوسی

FREQ: فرکانس نوسان

TD: تاخیر سیگنال (زمان اعتبار VOFF)

DF: ضریب تضعیف (همانند پوش نمائی بر روی دامنه سینوسی)

PHASE: فاز سینوس

نکته: کار با این منبع برای داشتن فرکانس مشخص و محور افقی زمان راحتتر است.

VSRC:

نام در کتابخانه: VSRC

پارامترها:

از سمت راست نوع منبعی را که می خواهید بسازید انتخاب کرده و براساس آن در مشخصات منبع VSRC و در جلوی خطی که هم در مشخصات منبع و هم در سمت چپ جدول زیر موجود است مقادیر را به ترتیب ستون وسط وارد کنید.

DC=	مقدار DC	منبع DC
AC=	[اندازه فاز] [واحد] مقدار دامنه	منبع AC
TRAN=	SIN(<VOFF><VAMPL><FREQ><TD><DF><PHASE>)	سینوسی
	PULSE(<V1><V2><TD><TR><TF><PW><PER>)	پالسی
	EXP(<V1><V2><TD1><TC1><TD2><TC2>)	نمایی
	PWL(<tn><Vn><n>)	ممنلی
	SFFM(<VOFF><VAMPL><FC><MOD><FM>)	منبع SFFM

مثال:

درست کردن منبع DC با مقدار ۲۰ ولت: DC=۲۰

درست کردن منبع تغذیه AC با دامنه ۵/۰ ولت و فاز ۴۵ درجه: AC=۵, 45deg v

درست کردن منبع سینوسی با دامنه ۱۰ میلی ولت، فرکانس ۲ کیلو هرتز و فاز ۳۶ درجه:

sin(0 10m 2k 0 0 36=TRAN)

VPULSE

نام در کتابخانه: VPULSE

پارامترها:

DC: برای استفاده از تحلیل DC مقدار y را وارد کنید.

AC: برای استفاده از تحلیل AC مقدار y را وارد کنید.

V1: مقدار اولیه ولتاژ

V2: مقدار ثانویه ولتاژ

TD: زمان اعتبار V1

TR: زمان جهش (صعود) از V1 به V2 (معمولا زمان بسیار کمی می باشد)

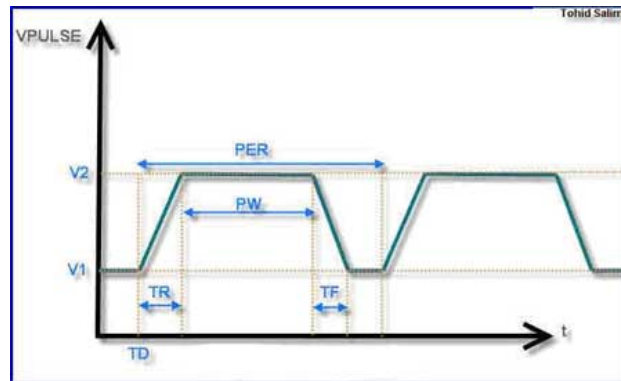
TF: زمان افت از V2 به V1

PW: پهنای V2 (از جنس زمان) یا زمان اعتبار V2

PER: پریود

نکته: ساخت ایمپالس با بهره گیری صحیح از این منبع حاصل می شود!

برای این منبع ضربه (دایرکت یا دلتا) مقادیر زمانی را نزدیک صفر و برای V2 اندازه ضربه را تعیین کنید.



VPWL:

نام در کتابخانه: VPWL

پارامترها:

DC: برای استفاده از تحلیل DC مقدار y را وارد کنید.

AC: برای استفاده از تحلیل AC مقدار y را وارد کنید.

--> زوجهای (Tn و Vn) مختصات نقاط شکست یا برگشت ولتاژ است و در واقع این نقاط توسط خطهای شیب دار به یکدیگر متصل می گردند.

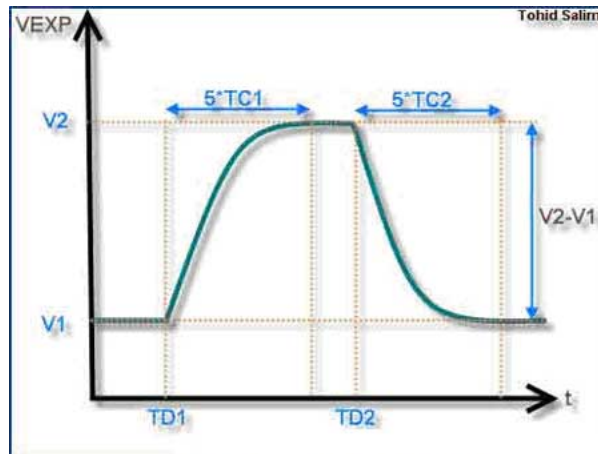
نکته: در مدارات یکسو کننده استفاده از این منبع توصیه می شود.

:VEXP

نام در کتابخانه: VEXP

پارامترها:

مانند شکل زیر عمل کنید.



:VSFFM

نام در کتابخانه: VSFFM

پارامترها:

MOD: درجه مدولاسیون

VOFF: تعیین سطح DC که سیگنال بر روی آن سوار است.

FM: فرکانس مدولاسیون شکل موج

VAMPL: ماکزیمم دامنه ولتاژ موج مدوله شده

FC: فرکانس موج حامل

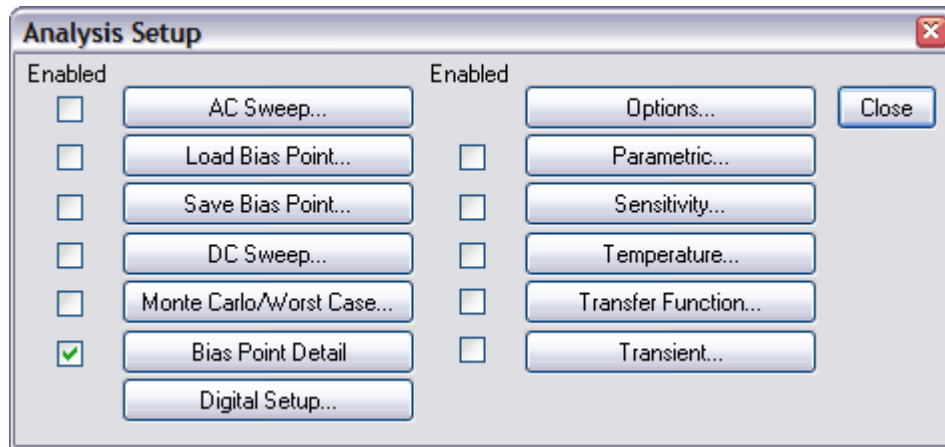
نکته: این منبع کاربرد فراوانی برای تولید موج مدوله شده بر پایه فرکانس را دارد و در تحلیل مدارات مخابراتی کاربرد خود را بیشتر نمایش میدهد.
در اینجا مبحث منابع آنالوگ خاتمه می یابد.

قسمت ششم: تحلیل

در صورتیکه مدار خود را بسته اید باید نوع تحلیل و خواسته خود را به اسپایس بشناسانید. Setup Analysis پنجره ایست که در آن می توان این کار را انجام داد. برای دسترسی به این پنجره یکی از راههای زیر را بروید:
* گزینه Setup از منوی Analysis را انتخاب کنید.



* زدن مستقیم کلید اول از سمت چپ در SimulationToolBar فوق.
در صورتیکه این Toolbar را نمی بینید از منوی View <-- Toolbars و سپس انتخاب Simulation اقدام نمائید.



اجرای (شروع) تحلیل با یکی از راههای زیر امکان پذیر است:
* گزینه Simulate از منوی Analysis را انتخاب کنید.
* از کلید F11 استفاده نمائید.



* زدن مستقیم کلید دوم از سمت چپ در SimulationToolBar فوق.
SimulationToolBar:



کاربرد دو گزینه سمت چپ در دو قسمت بالا گفته شد.

شما باید جریان و یا ولتاژ مورد نظر خود را برای تحلیل هائی که می خواهید نموداری برای آنها رسم شود، با علامتهای ولتاژ و جریان که در عکس فوق در وسط قرار دارند، مشخص نمائید. دو علامت V , I در سمت راست برای نشان دادن ولتاژ و جریان DC گره ها و شاخه ها بکار می رود، فقط توجه داشته باشید که برای اینکه این کلیدها کار کنند باید گزینه **Detail Bias Point** در پنجره **Analysis Setup** فعال باشد.

در ادامه تحلیل مورد نظر خود را برای توضیحات بیشتر انتخاب کنید، شما در این صفحات با مثالهای متعدد نحوه تنظیم پارامترها را خواهید آموخت:

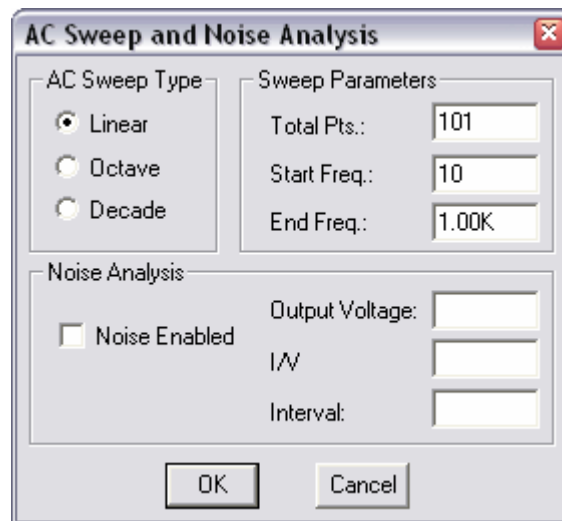
- AC Sweep...
- Load Bias Point...
- Save Bias Point...
- DC Sweep...
- Monte Carlo/Worst Case...
- Parametric...
- Sensitivity...
- Temperature...
- Transfer Function...
- Transient...

توجه: لینک صفحاتی که حاضر نشده اند، غیر فعال است!

پس از آموزش تحلیلهای فوق باید نحوه کار با PSpice A/D را نیز بدانید، یعنی پنجره ای که در آن نمودارها را می بینید.

قسمت هفتم: تحلیل AC

در این تحلیل نمودار ولتاژ، جریان، توان و یا هر چیز دیگری را در محور عمودی و در محور افقی تغییرات فرکانس را خواهید داشت. به عبارت ساده تر در این تحلیل که از اسمش نیز پیداست شما با فرکانس کار خواهید کرد نه زمان. یعنی در این تحلیل پارامتر زمانی نخواهید یافت. ورودی این تحلیل منبع ولتاژ vac یا منبع جریان iac و یا استفاده از منابع دیگر با تنظیم آنها برای تحلیل AC است. ورودیها و منابع آنالوگ ببینید. با انتخاب این تحلیل از پنجره Setup Analysis پنجره زیر باز می شود که به توضیح پارامترهای آن می پردازیم:



سه قسمت اصلی در این پنجره قرار دارد:

❖ AC Sweep Type:

در اینجا نوع پرش فرکانسی برای محاسبه نقاط منحنی مورد نظر را انتخاب می کنید که گزینه Linear خطی بودن، Octave هشت تایی بودن و Decade ده دهی بودن (لگاریتمی در محور افقی) را انتخاب می کنند.

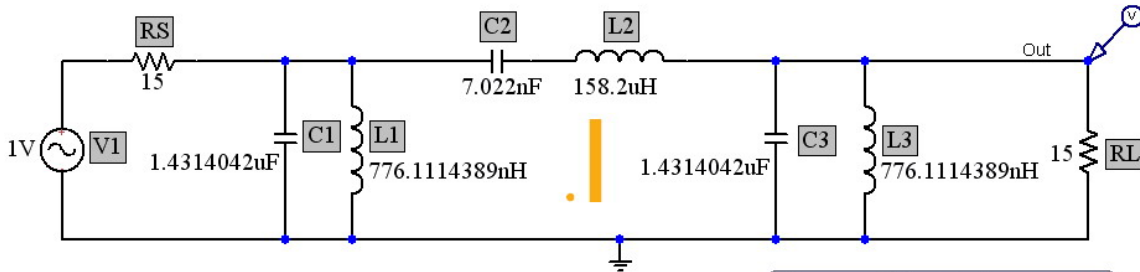
❖ Sweep Parameters:

در خانه اول تعداد نقاط محاسبه را وارد کنید و بدانید با افزایش آن زمان تحلیل افزایش ولی نمودار صافتری خواهید داشت و افزایش بی مورد آن توصیه نمی شود، مقدار معمول آن بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ می باشد و برای کار با منحنی های پیچیده تر با توجه به نکته گفته شده دست شما باز است تا این مقدار را افزایش دهید.

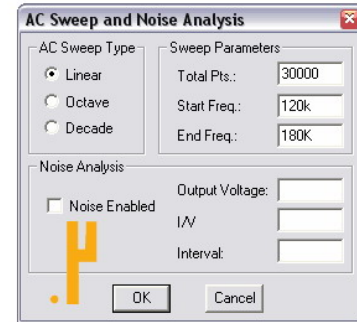
در دو خانه بعد نقاط شروع و انتهای محاسبات تعیین می شود، که نباید منفی باشند و یا نقطه شروع از نقطه پایان بزرگتر باشد.

Noise Analysis ❄

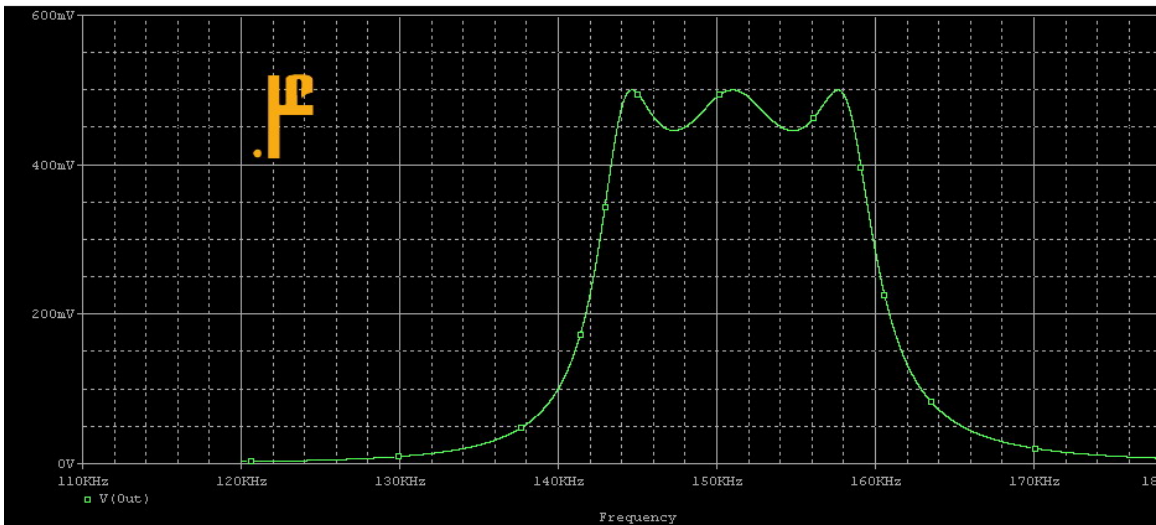
به دلیل گستردگی کاربرد این بحث اجازه دهید آن را در بحثهای آتی و در بحث آموزش Spice پیشرفته بیان نمائیم. فعلا بدون این قسمت نیز می توان بسیاری از تحلیل ها را انجام داد.
مثال: فیلتر جیبی شف میان گذر



۳



۴



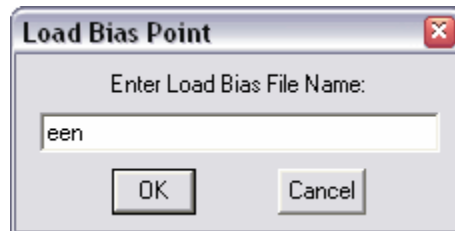
قسمت هشتم: تحلیل های دیگر

تحلیلهای زیر به دلیل توضیحات کم، با هم در این صفحه توضیح داده شده اند. سوالات خود را در رابطه با این موضوع در قسمت نظرات همین مطلب بیان کنید.

- Load Bias Point...
- Save Bias Point...
- Temperature...

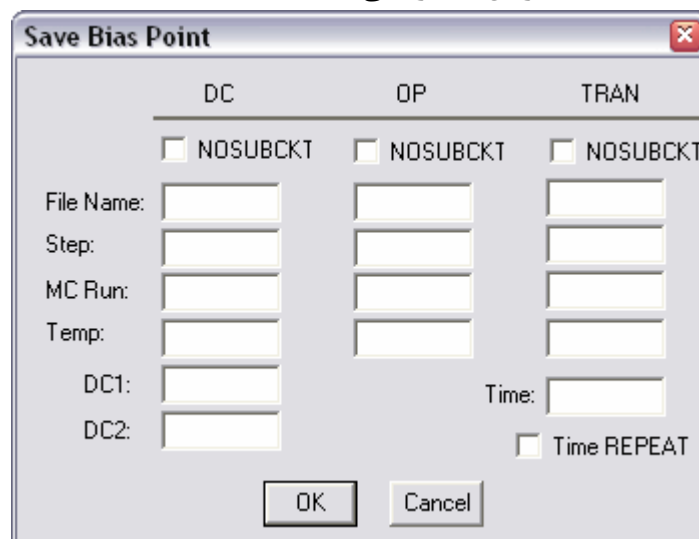
Load Bias Point ■

یک نوع فایل (LOADBIAS) در فایل مدار را باز می کند که اطلاعات بایاس در آن ذخیره شده است. این فایل به صورت عادی تولید نمی شود و پی اسپایس آن را در تحلیل قبلی که در آن ... Save Bias Point انتخاب شده باشد تولید می کند.



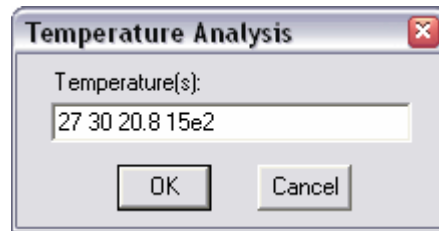
Save Bias Point...

نوعی فایل (SAVEBIAS) در فایل مدار تولید می کند که ولتاژ بایاس گره ها را برای کاربر در تحلیل مشخص (DC, OP, or TRAN) در آن ذخیره می کند.



■Temperature...

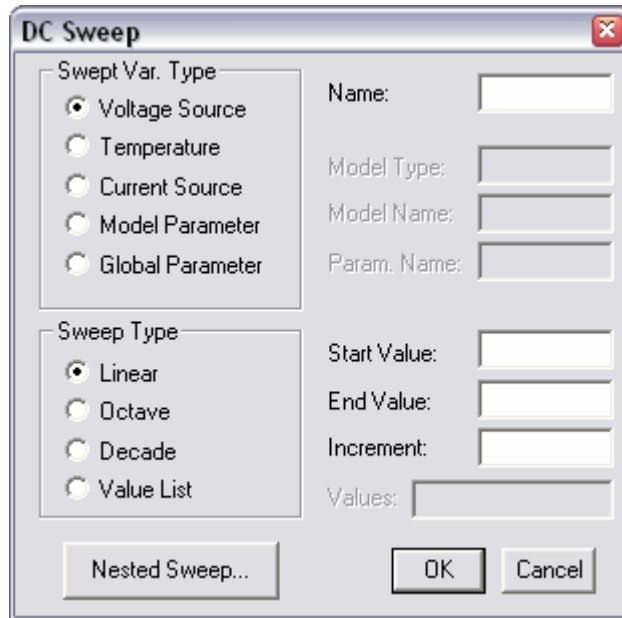
در این تحلیل شما در دماهای مختلف خروجی تحلیل خود را مشاهده می کنید. اکثراً در مداراتی با وجود عناصر نیمه هادی این تحلیل موثر است، زیرا همانطور که می دانید جریان و ولتاژ این عناصر به حرارت حساس است. در پنجره این تحلیل کافیست دمای مورد نظر خود را (به سانتی گراد) وارد کنید و در صورتیکه می خواهید چندین دمای مختلف را تحلیل کنید آنها را پشت سر هم و با یک فاصله بین هر کدام مشخص کنید. مقدار پیش فرض ۲۷ درجه سانتی گراد است. نکته: بر اساس دیتابیس اسپایس از آنجا که تحلیل Monte Carlo/Worst Case... درون حلقه تحلیل دمائی انجام می شود، پس! از تحلیل چندین دما به صورت همزمان در کنار این تحلیل بپرهیزید. به دلیل مشابه تحلیل Sweep DC... نیز در کنار تحلیل چندین دمائی توصیه نمی شود.



قسمت نهم: تحلیل DC

تحلیل DC کاربرد زیادی در منحنی‌هایی دارد که محور عمودی و افقی آنها التزاما از جنس زمان نیست. به عبارت دیگر در این تحلیل می‌توانید با تغییر یک ورودی مانند منبع جریان، خروجی را در نقطه تعیین شده خود توسط پروبها در محور خروجی مشاهده کنید. در ادامه به شرح و بررسی و یک مثال می‌پردازیم.

با انتخاب DC Sweep... پنجره زیر ظاهر می‌گردد:



دو قسمت اصلی و ۸ خانه در این پنجره قرار دارد:

❖ Sweep Var. Type:

در اینجا جنسیت متغیر مورد نظر خود را انتخاب می‌کنید، که بر اساس آن خروجی را بررسی می‌کنید. نظیر منبع ولتاژ، دما، منبع جریان، پارمترهای نیمه هادیها و عناصر غیر فعال.

❖ Sweep Type:

در اینجا نوع پرفش بین دو مقدار ابتدائی و انتهای برای محاسبه نقاط منحنی مورد نظر را انتخاب می‌کنید که گزینه Linear خطی بودن، Octave هشت تائی بودن و Decade ده دهی بودن (لگاریتمی در محور افقی) را انتخاب می‌کنند. در صورتیکه مقادیر گسسته‌ای را در نظر دارید گزینه List Value را انتخاب کرده و مقادیر خود را در خانه روبروی آن یعنی Values وارد کنید.

❖ ۸ خانه:

۱: نام منبع ولتاژ، جریان و یا عنصر مورد نظر

۲: نوع مدل که همان نوع قطعه نیمه هادی است. (NPN)

۳: نام قطعه (Q1)

۴: نام پارامتر مورد بررسی در عنصر نیمه هادی مثلا BF (همان بتای ترانزیستور) و گزینه های دیگری را برای ترانزیستور Q2N2222 در زیر می بینیم (در بحثهای آتی نحوه ایجاد عناصر با پارامترهای دلخواه بحث خواهد شد):

```

NPN) .model Q2N2222-X NPN(
Is=14.34f
Xti=3
Eg=1.11
Vaf=74.03
Bf=255.9
Ne=1.307
Ise=14.34f
Ikf=.2847
Xtb=1.5
Br=6.092
Nc=2
Isc=0
Ikr=0
Rc=1
Cjc=7.306p
Mjc=.3416
Vjc=.75
Fc=.5
Cje=22.01p
Mje=.377
Vje=.75
Tr=46.91n
Tf=411.1p
Itf=.6
Vtf=1.7
Xtf=3
Rb=10)
* National pid=19 case=TO18
* 88-09-07 bam creation
*$
    
```

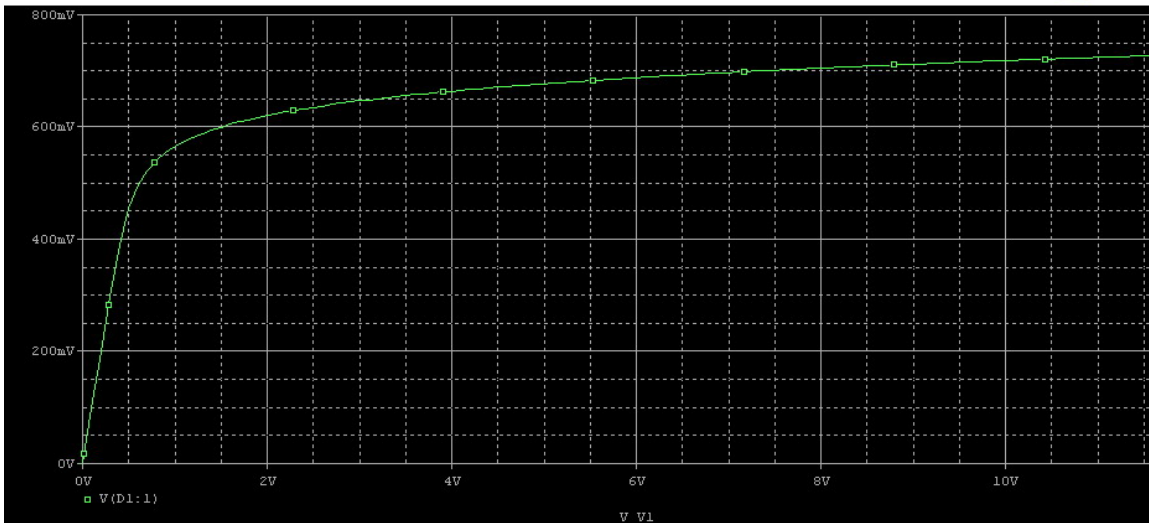
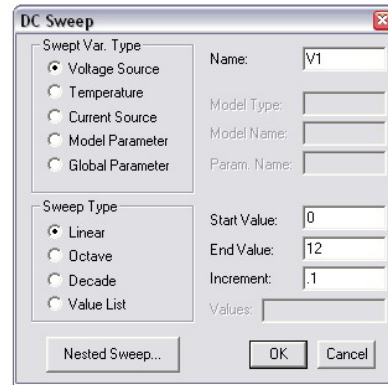
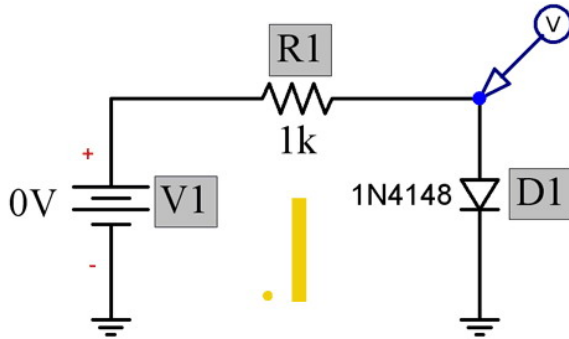
۵: مقدار اولیه برای تحلیل

۶: مقدار نهایی

۷: تعداد نقاط پرش بر اساس انتخاب از قسمت Sweep Type.

۸: همانطور که گفته شد مقادیر گسسته و دلخواه خود را وارد می کنید.

OK را بزنید، Close را بزنید و کلید فوری تحلیل یعنی F11 را بزنید، در صورتیکه ولتاژ یا جریانی را توسط پروبها مشخص کرده باشید نمودار خود را خواهید دید.
مثال: مشخصه انتقالی دیود



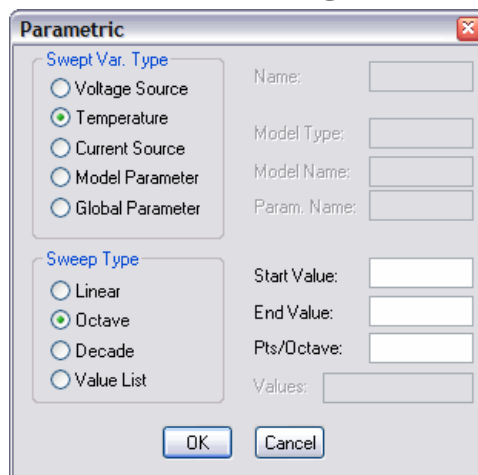
قسمت دهم: تحلیل Parametric

تحلیل پارامتریک با STEP. توسط اسپایس شناخته می شود، در این تحلیل به ازای تغییرات یک پارامتر نظیر منبع ولتاژ، منبع جریان و یا مقدار یک عنصر، تاثیر آن را بررسی می کنید. اگر این تحلیل را بدون انتخاب سایر تحلیلها بکار برید، در خروجی منحنی نخواهید داشت و باید نتیجه تحلیل را بر اساس فایل خروجی برنامه از طریق گزینه Output Examin از منوی Analysis مشاهده نمود. این تحلیل در کنار تحلیلهای AC و Transient کاربرد زیادی دارد ولی توجه داشته باشید! از بکار گیری همزمان این تحلیل و DC Sweep بپرهیزید، زیرا با پیام خطای زیر مواجه می شوید:

ERROR -- A device may appear in .DC and .STEP commands only once

حالا به بررسی گزینه های این تحلیل -- که دقیقا مشابه گزینه های DC Sweep می باشد! -- و همچنین یک مثال می پردازیم:

با انتخاب Parametric... پنجره زیر ظاهر می گردد:



دو قسمت اصلی و ۸ خانه در این پنجره قرار دارد:

❖ Sweep Var. Type:

در اینجا جنسیت متغیر مورد نظر خود را انتخاب می کنید، که بر اساس آن خروجی را بررسی می کنید. نظیر منبع ولتاژ، دما، منبع جریان، پارمترهای نیمه هادیها و عناصر غیر فعال.

❖ Sweep Type:

در اینجا نوع پیرش بین دو مقدار ابتدائی و انتهای برای محاسبه نقاط منحنی مورد نظر را انتخاب می کنید که گزینه Linear خطی بودن، Octave هشت تائی بودن و Decade ده دهی بودن (لگاریتمی در محور افقی) را انتخاب می کنند. در صورتیکه مقادیر گسسته ای را در نظر دارید گزینه Value List را انتخاب کرده و مقادیر خود را در خانه روبروی آن یعنی Values وارد کنید.

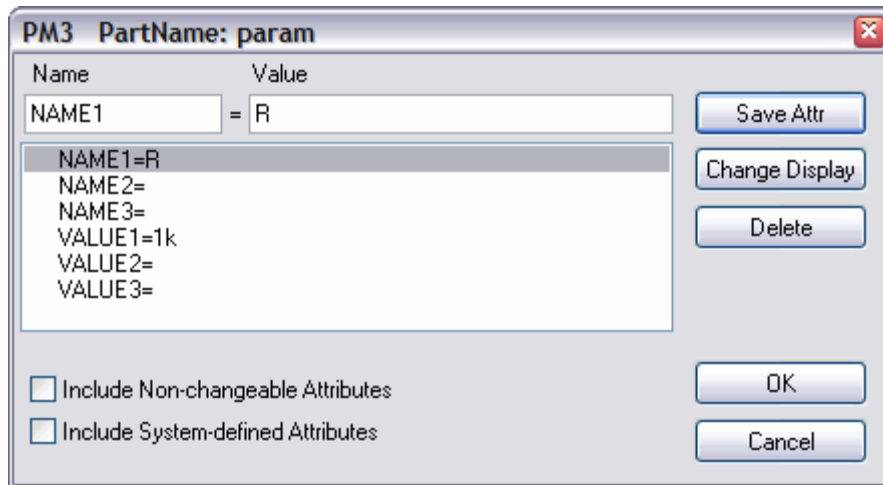
❖ ۸ خانه:

۱: نام منبع ولتاژ، جریان و یا عنصر مورد نظر به صورت بدون علامت {}

نکته: برای شناساندن عناصر به صورت پارامتری شما به قطعه ای به نام Param نیاز دارید، به ترتیب زیر عمل کنید:

۱-۱: ابتدا مقدار عنصر را به یک متغیر بین دو علامت {} تغییر دهید. مثلا {R} به جای K۱ در مقاومت

۱-۲: قطعه param را از کتابخانه بگیرید و مانند مثال شکل زیر آن را مقدار دهی کنید. مقدار K۱، مقداری دلخواه است.



۱-۳: حالا در پنجره تحلیل پارامتریک از قسمت Sweep Var. Type دکمه رادیویی Global Parameter را انتخاب و همین اسم را در خانه Name نیز وارد نمایید.

۲: نوع مدل که همان نوع قطعه نیمه هادی است. (NPN)

۳: نام قطعه (Q1)

۴: نام پارامتر مورد بررسی در عنصر نیمه هادی مثلا IF (همان جریان اشباع معکوس دیود) و گزینه های دیگری را برای دیود N4148۱ در زیر می بینیم (در بحثهای آتی نحوه ایجاد عناصر با پارامترهای دلخواه بحث خواهد شد):

```
.model D1N4148-X D(
Is=2.682n
N=1.836
Rs=.5664
Ikf=44.17m
Xti=3
Eg=1.11
Cjo=4p
M=.3333
Vj=.5
Fc=.5
Isr=1.565n
Nr=2
```

Bv=100
Ibv=100u
Tt=11.54n)
*\$

۵: مقدار اولیه عنصر یا منبع

۶: مقدار نهائی عنصر یا منبع

۷: تعداد نقاط پرش بر اساس انتخاب از قسمت Sweep Type.

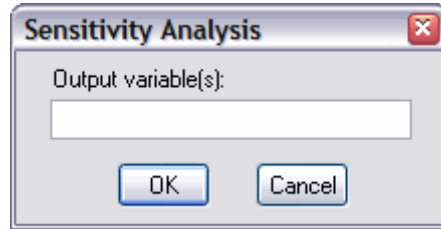
۸: همانطور که گفته شد مقادیر گسسته و دلخواه خود را وارد می کنید.

OK را بزنید، Close را بزنید و کلید فوری تحلیل یعنی F11 را بزنید، در صورتیکه ولتاژ یا جریانی را توسط پروبها مشخص کرده باشید نمودار خود را خواهید دید. اما قبل از آن پنجره ای باز می شود که از شما می خواهد یکی از مقادیر عنصر یا تمام آنها را بصورت همزمان انتخاب کنید. در مثال این پنجره را خواهید دید.

نکته: در صورتی که به صورت همزمان نمودارها را رسم کرده اید، می توانید با راست کلیک روی نمودار مطلوب و انتخاب گزینه Information از اطلاعات آن آگاهی یابید.

قسمت یازدهم: تحلیل حساسیت

تحلیل حساسیت (SENS). برای دستیابی به میزان وابستگی خروجی یا خروجیهای مورد نظر در مدار (DC) به پارامترهای موثر، کاربرد دارد. این تحلیل دارای پنجره ای با یک خانه می باشد:



که در آن می توانید خروجی مورد نظر خود را به یکی از شکلهای زیر بنویسید:
 * ولتاژ گره نسبت به زمین مدار: در این صورت گره مورد نظر خود را نامگذاری کرده مثلا a و نوشتن آن در پنجره به صورت $V(a)$.

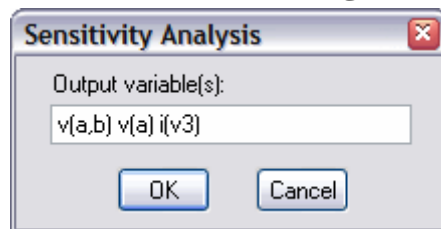
* ولتاژ بین دو گره: با نامگذاری دو گره به نامهای مثلا a و b داریم، $V(a,b)$.

* جریان شاخه: با قرار دادن سری یک منبع VSRC با مقدار $DC=0$ در شاخه با نام مثلا VC و نوشتن $VC(I)$ در خانه تحلیل حساسیت.

خروجی این تحلیل را در فایل متنی می بینید که از طریق گزینه Output Examin از منوی Analysis قابل دسترسی است. خروجی مجموعه ای از اعداد است که به صورت مشتق خروجی مورد نظر نسبت به مشتق پارامتر گفته شده در همان خط است. این تحلیل علاوه بر محاسبه حساسیت خروجی به پارامترهای عناصر فعال، محاسبات عناصر پسیو مدار را نیز انجام می دهد. این محاسبات از رابطه $\frac{dF}{dX}$ استفاده می کنند، که F خروجی تعیین شده توسط شما و X یکی از عناصر مدار یا پارامترهای آن است، نظیر بتای ترانزیستور و...

مثال:

شکل مدار را از لینک Example زیر با کلیک راست و انتخاب Open in new Window ببینید. حالا پنجره تحلیل را مانند زیر بنویسید (اینجا برای نحوه نشان دادن هر سه صورت نوشتن سه خروجی نوشته شده و شما می توانید فقط خروجی مورد نظر خود را بنویسید)

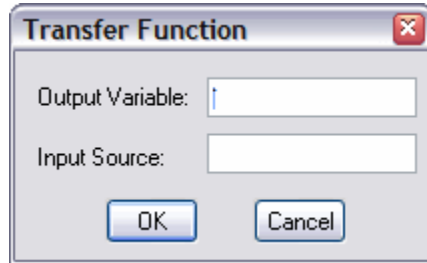


حالا تحلیل را به صورت حرفه ای با زدن کلید F11 اجرا کنید. نموداری نخواهید دید، به سراغ فایل متنی بروید (Output Examine از منوی Analysis) و قسمتهای زیر را ببینید

DC SENSITIVITIES OF OUTPUT V(a,b)
DC SENSITIVITIES OF OUTPUT V(a)
DC SENSITIVITIES OF OUTPUT I(V_V3)

قسمت دوازدهم: تحلیل تابع انتقال

تابع انتقال مفهومی آشنا در تقویت کننده ها دارد و در اسپایس با TF شناخته می شود. با انتخاب Transfer Function... پنجره زیر روبروی شماست:



برای بدست آوردن نسبت ولتاژ یک گره یا جریان یک شاخه به یک منبع ولتاژ یا جریان از این تحلیل استفاده می کنیم، پس چهار حالت روبروی شماست:

❖ خروجی ولتاژ، ورودی ولتاژ = بهره ولتاژ

❖ خروجی جریان، ورودی ولتاژ = امپدانس انتقالی

❖ خروجی ولتاژ، ورودی جریان = مقاومت انتقالی

❖ خروجی جریان، ورودی جریان = بهره جریان

که در آن می توانید خروجی مورد نظر خود را به یکی از شکل‌های زیر بنویسید:

❖ ولتاژ گره نسبت به زمین مدار: در این صورت گره مورد نظر خود را نامگذاری کرده مثلا a و نوشتن آن در پنجره به صورت $V(a)$.

❖ ولتاژ بین دو گره: با نامگذاری دو گره به نامهای مثلا a و b داریم، $V(a,b)$.

❖ جریان شاخه: با قرار دادن سری یک منبع VSRC با مقدار $DC=0$ در شاخه با نام مثلا VC و نوشتن $VC(I)$ در خانه تحلیل حساسیت.

و در قسمت Source Input نام منبع ولتاژ یا جریان را بنویسید. مثلا V1

حالا تحلیل را به صورت حرفه ای با زدن کلید F11 اجرا کنید. نموداری نخواهید دید، به سراغ فایل متنی بروید (Examine Output از منوی Analysis) و قسمت زیر را ببینید:

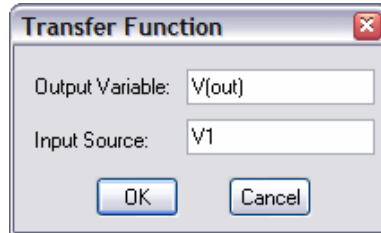
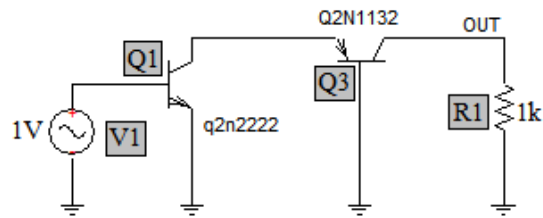
**** SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS

در اینجا کمیت مورد نظرتان را می بینید

INPUT RESISTANCE AT...

OUTPUT RESISTANCE AT...

مثال: تقویت کننده کاسکد کاسکد Cascode



جواب بدست می آید:

**** SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS

$$V(OUT)/V_V1 = 3.925E-11$$

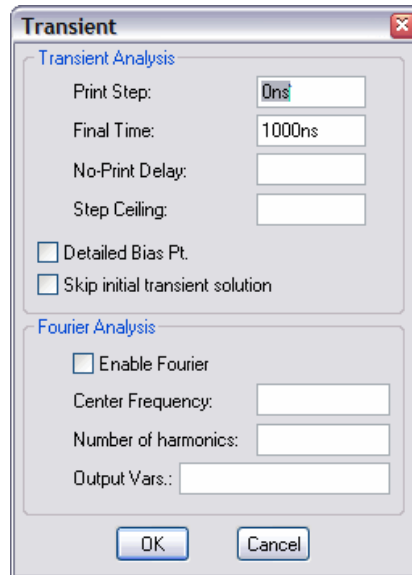
$$\text{INPUT RESISTANCE AT } V_V1 = 1.480E+12$$

$$\text{OUTPUT RESISTANCE AT } V(OUT) = 1.000E+03$$

قسمت سیزدهم: تحلیل Transient

در این تحلیل محور افقی زمان بوده و در اصل تحلیل نمودار مورد نظر در حوزه زمان است. این تحلیل نتایج مفیدی را در مدارهایی که منابع وابسته به زمان دارند و ما می خواهیم رفتار ولتاژ، جریان، توان و غیره را در نقطه هائی دلخواه رسم و حتی با ترکیب با تحلیل Parametric به طراحی بپردازیم. نکته: در این تحلیل منبع ورودی شما باید به زمان وابستگی داشته باشد، منابعی نظیر V_{src} ، V_{sin} ، V_{pulse} ، V_{pwl} و V_{exp} برای این تحلیل مناسب هستند.

با انتخاب Transient از پنجره Analysis Setup پنجره زیر روبروی شماست:



دو قسمت اصلی در این پنجره قرار دارد:

✦ Transient Analysis

- این قسمت مختص تنظیم زمان نمایش نمودار است و محور افقی را تنظیم میکند
- ۱- فاصله های زمانی تقسیم مساوی نمودار و ذخیره کردن مقادیر در فایل متنی خروجی Spice. در ضمن نباید از گزینه Time Final بیشتر باشد!
 - ۲- زمان پایان تحلیل را تعیین میکند.
 - ۳- مقدار تاخیری که می خواهید در شروع نمایش نمودار داشته باشید. مثلا 5s باعث می شود که نمودار از 5 ثانیه شروع به نمایش کند.
 - ۴- این خانه اندازه قدم برداشتن Spice (گام تحلیل) را برای محاسبه اندازه نمودار تنظیم میکند. مقدار کمتر این خانه نمودار را دقیق و زمان تحلیل را زیاد میکند.
 - ۵- در صورت استفاده از عناصر اکتیو و دارای بایاس مانند ترانزیستور و دیود و...
 - ۶- در صورتیکه این خانه انتخاب شود، اسپایس از شرایط اولیه تعیین شده توسط کاربر استفاده می کند، مانند جریان اولیه سلف یا ولتاژ اولیه خازن.

❖ Analysis Fourier ❖

در این قسمت تحلیل فوریه نمودار رسم شده در حوزه زمان انجام و نمودار فرکانسی نیز رسم می شود.